

# Intérêt du Phoséthyl-Al dans la lutte contre le *Phytophthora* du cocotier

## Modalités d'application (1)

H. DE FRANQUEVILLE (2), J. L. RENARD (3)

**Résumé.** — Le *Phytophthora heveae* provoque sur cocotier des chutes de noix immatures entraînant des pertes de récolte pouvant dépasser 30 % que des traitements par injection de Phoséthyl-Al ramènent largement en deçà de 5 %. L'injection de Métalaxyl ou la pulvérisation foliaire de Phoséthyl-Al sont en revanche inefficaces. C'est ce qui ressort d'une série de trois essais mis en place en cocoterie industrielle et dont la récolte arbre par arbre a été suivie pendant deux années de culture, au terme desquelles le Phoséthyl-Al assurait toujours une protection efficace. Deux sondages réalisés plus de trois ans après la mise en place des essais ont permis de constater une incidence toujours bénéfique des traitements à l'Aliette par injection dans le stipe sur la production.

## INTRODUCTION

Sur cocotier, les pourritures à *Phytophthora* entraînent le dépérissement du méristème ou la chute des noix. Parfois les deux types de symptômes sont présents sur le même arbre. Plusieurs espèces de *Phytophthora* sont impliquées dans les maladies :

- *P. palmivora* : en Indonésie, aux Philippines, en Polynésie française ;
- *P. heveae* : en Côte d'Ivoire, au Vanuatu et en Polynésie française ;
- *P. parasitica* : a été signalé au Costa Rica ;
- *P. nicotianae* : a été isolé en Indonésie.

Une recrudescence de ces maladies à *Phytophthora* sur cocotier est observée depuis une dizaine d'années dans toute la zone intertropicale. En Indonésie, la pourriture du cœur, tout comme les chutes de noix, occasionnent des dégâts importants (Bennett *et al.*, 1985 ; Brahmana et Desmier de Chenon, 1986). En Côte d'Ivoire, d'après Quillec *et al.*, 1984, la mortalité atteint 50 % des cocotiers Grands locaux dans certaines plantations villageoises en quelques années, et 20 à 25 % de chutes précoces de noix sont enregistrés annuellement sur des hybrides Nain Jaune × Grand Ouest Africain.

Face au développement rapide de ces pourritures, un dispositif de lutte basé sur l'emploi de fongicides spécifiques a été mis en place en Côte d'Ivoire ; ces essais ont été suivis pendant 30 mois.

## I. — MATÉRIEL ET MÉTHODE

Les fongicides utilisés et les modalités de traitement sont résumés dans le tableau I. Les techniques d'injection dans le stipe et l'absorption racinaire constituent l'originalité de ces traitements. Au total, 5 essais ont été réalisés.

(1) Sujet présenté en poster à la Deuxième Conférence Internationale sur les Maladies des Plantes, 8 au 10 novembre 1988, Bordeaux-Lac, France

(2) Service Phytopathologie, IRHO/CIRAD, c/o Plant Exp R. Michaux, B.P. 8. Dabou, Côte d'Ivoire.

(3) IRHO/CIRAD, Division Phytopathologie, B.P. 5035, 34032 Montpellier Cedex, France

## Essai A.

Cet essai a pour but de comparer l'Aliette en poudre mouillable et le Ridomil en pulvérisation foliaire et en injection dans le stipe. Il comprend 5 objets et 10 répétitions de 25 cocotiers plantés en 1973.

- Ai : injection d'Aliette à raison de 6,4 g de Phoséthyl-Al par arbre en mars 1984 ;
- R : injection de Ridomil à raison de 3,2 g de Métalaxyl par cocotier en mars 1984 ;
- Ap1 : pulvérisation dans la couronne de feuilles d'Aliette à raison de 7,5 g de Phoséthyl-Al par arbre en mars 1984 ;
- Ap2 : pulvérisation de la couronne en mai 1983 à raison de 6,6 g de Phoséthyl-Al par arbre ;
- T : Témoin non traité.

## Essai B.

Le but de l'essai est de définir l'influence éventuelle de la date du traitement sur la chute des noix. Le traitement est effectué à raison de 3,2 g de Phoséthyl-Al (Aliette p.m.) en injection dans le stipe. La parcelle élémentaire comporte 100 cocotiers plantés en 1971 ; chaque objet est répété trois fois. L'essai comprend 5 objets :

- traitement en décembre 1983 ;
- traitement en février 1984 ;
- traitement en avril 1984 ;
- traitement en juin 1984 ;
- témoin non traité.

## Essai C.

Cet essai, mis en place en mars 1984, se décompose en deux parties :

- une étude de la dose d'Aliette p.m. la plus efficace : 3,2 g-4,8 g-6,4 g et 8 g de Phoséthyl-Al par cocotier ; un témoin non traité figure également dans l'essai ;
- une étude du mode d'application du produit : injection dans un seul trou dans le stipe ou dans deux trous diamétralement opposés.

Sur la moitié de l'effectif, le traitement a été répété en septembre 1984 (dose double). Cet essai comporte 20 traite-

TABLEAU I. — Fongicides employés et mode de traitement — (*Fungicides used and treatment method*)

Matière active ( <i>Active ingredient</i> )	Nom commercial ( <i>Trade name</i> )	% m.a.	Formulation	Mode de traitement ( <i>Treatment method</i> )
Métalaxyl	Ridomil	20	p.m. poudre mouillable ( <i>wettable powder w.p.</i> )	injection dans le stipe ( <i>stem injection</i> )
Phoséthyl-Al ( <i>Fosetyl</i> )	Aliette	80	p.m. poudre mouillable	injection dans le stipe
Phoséthyl-Al	Aliette CA	10	liquide (CA) ( <i>liquid-SC</i> )	absorption racinaire ( <i>root absorption</i> )
Propamocarbe ( <i>Propamocarb</i> )	Prévicur N	70	liquide	absorption racinaire

ments selon un plan factoriel  $5 \times 2 \times 2$  en 20 répétitions complètes. La parcelle élémentaire comprend 5 plants.

#### Essai D.

Le but de cet essai est de comparer deux formulations du Phoséthyl-Al : la poudre mouillable à 80 % de m.a. et l'Aliette CA, liquide à 10 % de m.a. Les deux formulations sont appliquées dans le stipe aux doses de : 1,6 g, 3,2 g et 4,8 g de matière active par arbre.

L'essai comporte 7 traitements (6 avec fongicides et 1 témoin) ; chaque traitement est effectué sur 80 cocotiers. Trois traitements ont été réalisés : en août 1985, en août 1986 et en avril 1987.

#### Essai E.

En complément à l'essai D, l'essai E mis en place en juillet 1987 comporte un traitement à l'Aliette en absorption racinaire et un traitement au Prévicur N :

- Aliette poudre mouillable dans le stipe ..... 4,8 g m.a./arbre
- Aliette CA, liquide à 10 % en absorption racinaire ..... 4,8 g m.a./arbre
- Prévicur N à 70 % en absorption racinaire ..... 16,0 g m.a./arbre
- témoin non traité

Sur l'ensemble des essais, les récoltes sont effectuées tous les 2 mois. L'incidence de la maladie est exprimée par le rapport du nombre de noix atteintes de *Phytophthora* (NP) sur le nombre total de noix récoltées : noix saines (NS) + NP.

$$\frac{NS}{NS + NP} \times 100.$$

L'analyse statistique porte sur le pourcentage de noix atteintes de *Phytophthora*.

## II. — RÉSULTATS

### — Evolution au cours du temps.

La figure 1a représente l'incidence du *Phytophthora* d'avril 1984 à avril 1986, en absence de traitement, pour les essais A, B et C. Au cours de la saison sèche décembre 1984-mars 1985 (Fig 1b) les chutes de noix ont été très importantes, mais elles ont été très faibles au cours de la saison sèche décembre 1985-février 1986. L'évolution est analogue dans les trois essais.

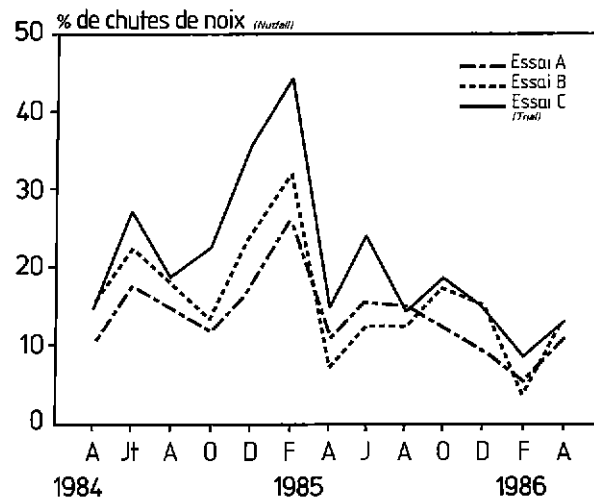


FIG 1a — Evolution des chutes de noix (en p. 100 de la production mensuelle) dans les objets non traités des essais A, B et C, au cours du temps, entre avril 1984 et avril 1986 — (*Nutfall trends (in % of monthly production) on the untreated trees in trials A, B and C, over time, between april 1984 and april 1986*)

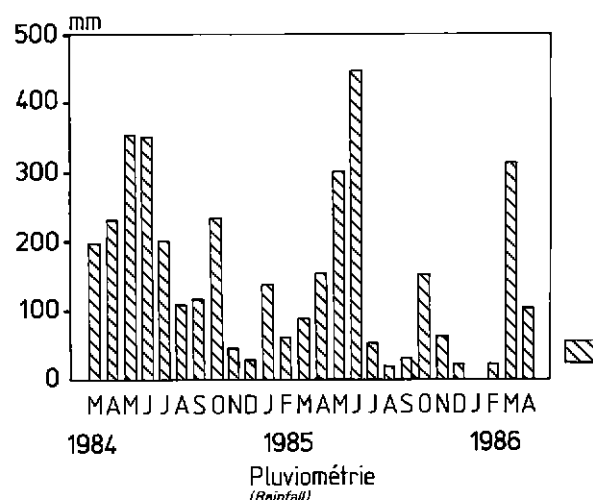


FIG 1b. — Pluviométrie mensuelle en mm, sur le site des essais A, B, C, entre janvier 1984 et avril 1986 — (*Monthly rainfall in mm at the site of trials A, B and C between january 1984 and april 1986*)

### — Influence du traitement.

Dans l'essai A, le traitement à l'Aliette par injection dans le stipe est toujours significativement meilleur que les autres traitements (Fig. 2). Le traitement foliaire a une faible action pendant 6 mois environ alors que le Ridomil est totalement

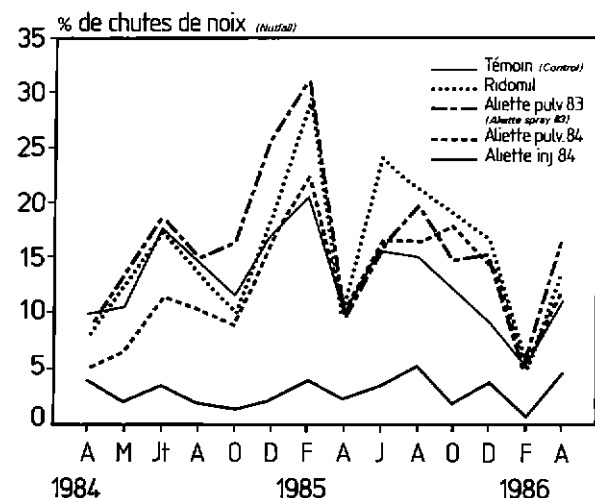


FIG 2. — Evolution des chutes de noix dans l'essai A, d'avril 1984 à avril 1986. le pourcentage de chute de noix dans l'objet Alette reste inférieur à 5 %. Pas de différence entre les autres traitements — (Nutfall trends in trial A from april 1984 to april 1986 the nutfall percentage in the Alette treatment remains under 5 %. No difference between the other treatments).

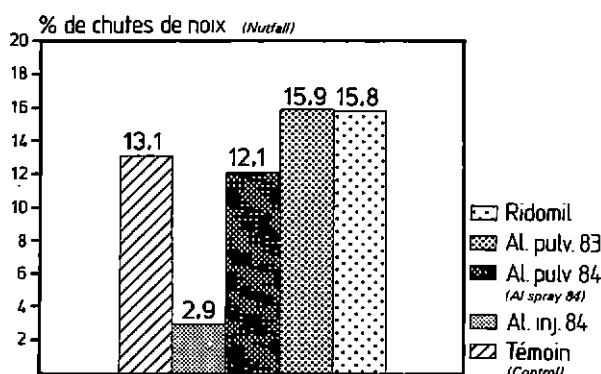


FIG 3. — Bilan des chutes de noix sur 2 années de récolte dans l'essai A. La plus faible perte, 2,9 %, correspond au traitement Alette injection 84 — (Nutfall figures over 2 years of harvesting in trial A. The lowest losses, 2.9 %, correspond to Alette injection treatment 1984).

inefficace contre la chute des noix. Sur deux années d'observations, l'Alette par injection réduit les chutes de noix ; la différence entre le témoin et ce traitement représente 10,2 % de gain de récolte (Fig. 3).

Dans l'essai B, tous les traitements à l'Alette appliqués par injection sont significativement meilleurs que le témoin non traité (Fig. 4). L'injection de juin 1984 offre encore en avril 1986 une bonne protection contre la chute des noix. Sur deux années de récolte (Fig. 5), le traitement d'avril est le meilleur et assure 12,1 % de pertes de moins que dans le traitement témoin.

Dans l'essai C, tous les traitements Alette par injection sont significativement supérieurs au témoin. Les traitements répétés en septembre sont toujours ceux pour lesquels les chutes de noix sont les plus faibles (Fig. 6). Les doses de 4,8 g, de 6,4 g ou de 8 g de Phoséthyl-Al apportées dans deux trous, en mars et en septembre, permettent de maintenir le niveau des pertes au voisinage de 2 %, ce qui représente 18 % de pertes de moins que le traitement témoin.

Dans l'essai D, mis en place en août 1985, il faut attendre novembre 1986 pour obtenir un effet significatif des traitements (Tabl. II). Le troisième traitement réalisé en avril 1987 a réduit l'incidence des chutes de noix en septembre et en

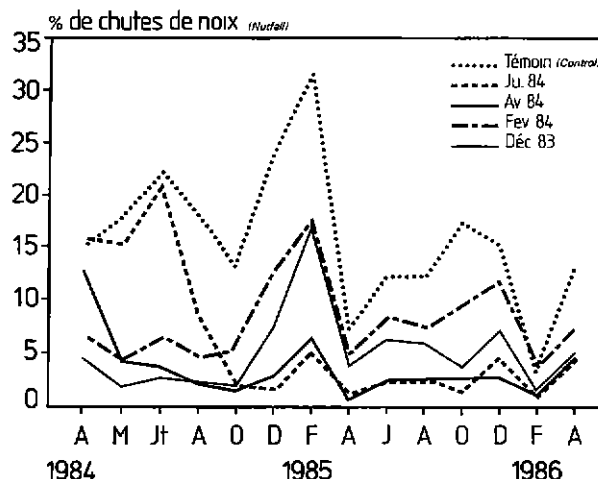


FIG 4. — Incidence de la date de traitement sur la chute des noix. Notez l'avantage du traitement d'avril 1984 et la rapidité de réponse au traitement de juin 1984 — (Effect of treatment date on nutfall. Note superiority of april 1984 treatment and rapid response to june 1984 treatment).

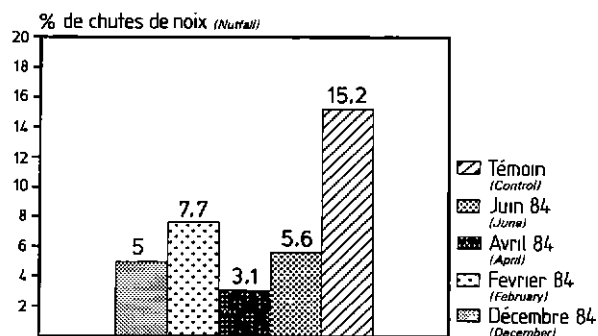


FIG 5. — Bilan des chutes de noix sur 2 années de récolte dans l'essai B. La plus faible perte (3,1 %) correspond au traitement d'avril 1984 — (Nutfall figures over 2 harvesting years in trial B. The lowest losses, 3.1 %, correspond to april 1984 treatment).

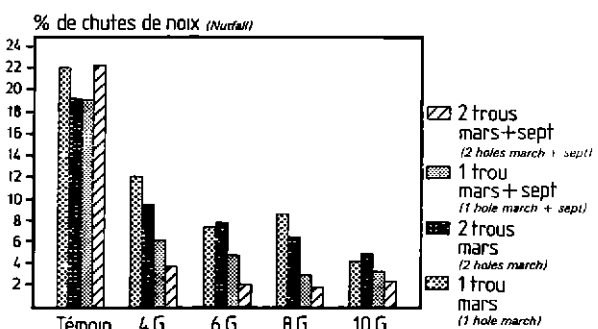


FIG 6. — Bilan des chutes de noix sur 2 années de récolte, mise en évidence du gain apporté par 2 traitements (mars + septembre) et de l'incidence du traitement dans 2 trous — (Nutfall figures over 2 harvesting years, indication of gain brought about by 2 treatments (march + september) and effect of treatment in 2 holes).

novembre 1987. A quantité de matière active équivalente, la meilleure efficacité est obtenue avec la poudre mouillable (Tabl. II) aux doses de 3,2 g et 4,8 g de matière active par arbre.

Dans l'essai E, aucune différence significative n'apparaît entre les traitements (Tabl. III). Les premiers résultats sont insuffisants pour conclure sur l'intérêt de l'absorption racinaire.

TABLEAU II. — Essai D — Pourcentage de noix avec *Phytophthora* — (Trial D — Percentage of nuts with *Phytophthora*)

Traitement Aliette (Aliette treatment)	09/85	11/85	09/86	11/86	09/87	11/87	Année (Year) 1987	Test Duncan 5%			
								1	2	3	4
Témoin (Control)	21,1	29,2	13,2	21,3	13,6	36,3	12,3				
CA1,6 g	11,9	21,5	15,0	8,4 (1)	9,2	27,2 (1)	10,1				
CA3,2 g	20,8	25,5	15,3	9,2 (1)	10,5	26,2 (1)	9,3				
CA4,8 g	18,9	18,6	13,2	5,0 (1)	10,5	22,8 (1)	8,9				
PM1,6 g	15,3	20,3	12,6	13,6 (1)	5,9 (1)	26,6 (1)	7,7				
PM3,2 g	21,4	25,5	15,6	9,0 (1)	6,0 (1)	15,4 (1)	7,5				
PM4,8 g	15,7	19,7	15,3	8,0 (1)	2,1 (1)	14,2 (1)	5,6				
Date des traitements (Treatment dates)	Août (August) 1985		Mai (May) 1986		Avril (April) 1987						

(1) Significativement différent par rapport au témoin — (Significantly different from control)

TABLEAU III. — Pourcentage de noix atteintes par le *Phytophthora* : traitement en juillet 1987 — (Percentage of nuts infected by *Phytophthora* July 1987 treatment)

	Janv.-août 87	Sept.-déc. 87	Sept.-oct. 87	Nov.-déc. 87
Témoin (Control)	2,9	13,9	18,1	5,0
Aliette PM-stipe (stem)	2,8	10,9	14,0	5,0
Aliette Ca-racine (root)	3,1	13,1	17,0	7,5
Prévicur-racine	3,0	13,8	16,0	10,3

### III. — DISCUSSION

#### — Efficacité de la matière active.

Le Phoséthyl-Al, formulé en poudre mouillable et introduit dans le stipe, est efficace contre la chute des noix ; dans les mêmes conditions d'utilisation, le Métalaxyl est inefficace. Le Phoséthyl-Al en formulation liquide et le Propamocarbe HCl en absorption racinaire sont peu ou pas efficaces.

#### — Durée d'efficacité du traitement.

L'essai B montre que l'Aliette en poudre mouillable agit environ 2 mois après l'injection dans le stipe. Ceci est particulièrement net avec le traitement de juin 1984 qui entraîne une baisse rapide et spectaculaire du pourcentage de chute de noix.

Une première analyse de ces essais, Renard *et al.*, 1986, mettait en évidence une rémanence d'action d'au moins 19 mois. Les récoltes d'août et d'octobre 1987, soit 43 mois en moyenne après les traitements, montrent que le pourcentage de chute de noix dû à *Phytophthora* est toujours inférieur dans les objets ayant reçu l'Aliette en poudre mouillable à celui observé dans les autres traitements (Tabl. IV).

Ce sondage, certes ponctuel dans le temps, démontre l'étonnante durée de protection de l'Aliette contre la pourriture des noix. Cette efficacité dépend de la quantité initiale de fongicide utilisée et du mode d'application dans le stipe, la distribution en deux trous des fortes doses permettant une meilleure rémanence.

#### — Epoque du traitement.

Dans les différents essais, on note que les traitements effectués en juillet et en août (respectivement essais E et D) ont présenté une efficacité moindre que ceux effectués entre décembre et juin dans les essais A, B ou C ; dans l'essai D, les traitements d'avril et de mai ont été plus efficaces que le traitement du mois d'août. On notera que dans l'essai B le traitement de février est celui qui est le moins efficace.

#### — Mode de traitement.

La pulvérisation foliaire est très peu efficace et la rémanence est faible en raison, sans doute, du lessivage de l'Aliette et des pertes importantes de produit au moment du traitement. A l'inverse, l'injection de l'Aliette dans le stipe concentre toute la matière active ; aucune perte n'est possible et tout se passe comme si le Phoséthyl-Al était absorbé lentement et régulièrement par le cocotier, assurant une protection durable (essais A, B, C). La moins bonne efficacité de la formulation liquide (Aliette CA) reste inexpliquée dans l'essai D ainsi que l'absence de réponse aux traitements par injection dans le stipe ou par absorption racinaire dans l'essai E.

#### — Variabilité de la réponse des cocotiers à l'Aliette.

La récolte individuelle des arbres permet d'analyser la distribution des cocotiers en fonction du pourcentage de noix atteintes par le *Phytophthora*. La figure 7, qui représente cette répartition dans l'essai A, montre qu'il existe dans

TABLEAU IV. — Pourcentage de chute de noix en août et octobre 1987 pour les essais A, B — (*Nutfall percentage in august and october 1987 for trials A, B*)

Essai A (Trial)			Essai B (Trial)		
	Août 87 (August)	Oct. 87		Août 87	Oct. 87
Aliette injection	2,8	4,8	Traitements en .		
Ridomil	3,6	14,3	— Décembre 1983	2,5	9,9
Aliette pulv. (spray) 1984	4,1	8,4	— Février 1984	5,2	15,9
Aliette pulv. 1983	4,0	12,8	— Avril 1984	2,6	6,4
Témoin (control)	5,1	10,0	— Juin 1984	3,4	11,0
			Témoin (control)	4,3	11,0

Essai C (Trials)					
Aliette PM (WP) (en g)	Nombre de trous (Number of holes)	Traitement de mars 84 (March 84 treatment)		Traitement de mars et sept. 84 (March and september 84 treatment)	
		Août 87	Oct. 87	Août 87	Oct. 87
0	1	5,9	24,5	4,2	22,8
0	2	6,1	22,0	6,1	26,1
4	1	5,4	18,6	2,6	15,3
4	2	5,4	18,3	2,5	12,7
6	1	3,5	14,9	3,0	11,4
6	2	4,4	19,2	1,7	8,0
8	1	3,9	16,8	3,2	8,4
8	2	4,8	15,6	1,5	4,0
10	1	2,3	9,4	1,9	13,4
10	2	2,3	10,7	1,9	6,0

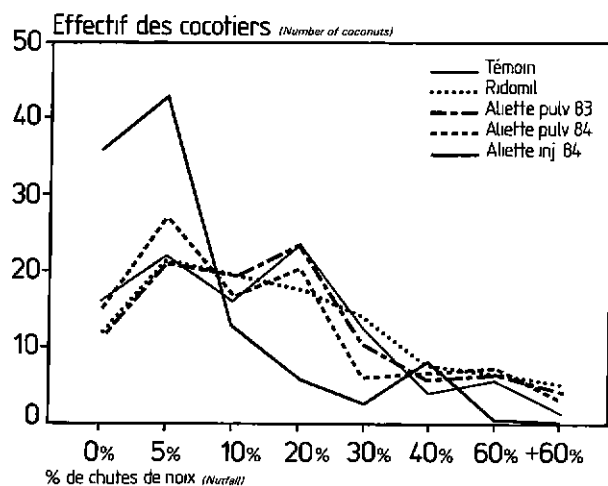


FIG 7. — Répartition des effectifs de cocotiers en fonction du pourcentage de noix atteintes de *Phytophthora* dans les différents traitements de l'essai A. On notera le report des arbres de la zone 10-30 % vers la zone 0-10 % du traitement Aliette injection 84 — (*Distribution of coconut palms in accordance with the percentage of nuts infected by Phytophthora in the different treatments of trial A. Note transfer of trees from 10-30 % zone to 0-10 % zone for 1984 Aliette injection treatment*)

tous les objets, traités ou non, des arbres qui présentent une absence totale ou une faible chute de noix. L'analyse de cette figure rend compte de deux phénomènes :

— dans la population de cocotiers en expérience existent des arbres qui manifestent une tolérance, voire une résistance, à la chute des noix occasionnée par le *Phytophthora* ; cette variabilité est intéressante en vue d'une sélection de matériel végétal tolérant.

— le gain de production apportée par le traitement Aliette en injection correspond à une augmentation du nombre d'arbres ne présentant qu'une chute de noix inférieure à 10 % et à une diminution du nombre d'arbres présentant une chute de noix comprise entre 10 et 30 %. Tout se passe comme si l'Aliette protégeait une partie des arbres situés dans la zone 10-30 % de chute, et assurait leur transfert dans la zone 0-10 % de chute.

#### — Effet du Phoséthyl-Al sur la production.

Le tableau V reprend les productions moyennes par arbre de février 1985 à juin 1986, en fonction des traitements apportés, sans considération de l'état sanitaire des noix (NS + NP)

Le traitement par injection d'Aliette se distingue significativement des autres traitements dans l'essai A (146 noix contre 120 noix en moyenne pour les autres objets) pour une dose de 6,4 g de Phoséthyl-Al. Dans l'essai B, l'influence est moins nette mais les arbres n'ont reçu que 3,2 g de Phoséthyl-Al. Dans l'essai C, tous les objets traités ont une production moyenne supérieure à celle du témoin, croissante de 4 à 8 g et anormalement basse pour 10 g. Suivant les cas, l'augmentation de la production se situe entre 10 et 20 % par rapport au témoin. Une telle amélioration de rendement a également été signalée sur agrume (Wood *et al.*, 1987).

#### CONCLUSION

L'ensemble de ces essais démontre l'intérêt du Phoséthyl-Al dans la lutte contre la chute des noix provoquée par le *Phytophthora heveae*. Dans l'état actuel des recherches, les



TABLEAU V. — Production moyenne de noix par arbre et par traitement dans les essais A, B et C entre février 1985 et juin 1986  
— (Mean nut per tree and per treatment in trials A, B and C between february 1985 and june 1986)

Essai A (Trial)		Essai B			Essai C				Moyenne (Mean)
					1 trou (Hole)	2 trous	1 trou	2 trous	
Ai 84	146,0	Déc. 83	192,6	Témoin (Control)	195,0	204,3	186,7	185,2	192,8
R	123,9	Fév. 84	191,8	4 g Al	195,7	198,8	216,6	213,9	206,3
T	122,1	Avril 84 (April)	174,5	6 g Al	202,9	203,2	211,8	220,5	209,6
Apl	121,5	Juin (June)	183,4	8 g Al	211,7	217,4	215,3	210,3	213,7
Ap2	120,8	Témoin (Control)	179,0	10 g Al	196,7	199,1	211,2	208,7	204,0

résultats montrent que la formulation en poudre mouillable (80 % m.a.) est plus efficace que la formulation liquide (Alette CA, 10 % de m.a.) ; la plus faible dose de matière active testée (3,2 g) est efficace, mais il est recommandé d'utiliser, par sécurité, 6,4 g de Phoséthyl-Al par arbre. En Côte d'Ivoire, la période la plus favorable au traitement se situe entre avril et juin, juste avant la saison des pluies. Un « rappel » du traitement en septembre apporte une amélioration sensible, tout comme la répartition du produit dans deux trous diamétralement opposés. Cette méthode de traitement assure une excellente protection pendant 3 ans et

de mi contre le *Phytophthora*. Ce mode de traitement n'est pas dommageable au cocotier et, dans les conditions de traitements mises en œuvre, on ne note aucune mortalité due à la perforation des stipes. En Côte d'Ivoire, 1 000 ha ont été ainsi traités avec succès, mais beaucoup de planteurs acceptent encore difficilement d'utiliser une telle pratique. Certes, la technique de l'absorption racinaire rallierait plus de suffrage que la technique de perforation du stipe qui entraîne une blessure, mais les résultats actuels ne permettent pas encore de recommander son utilisation ; l'expérimentation doit être poursuivie.

## BIBLIOGRAPHIE

- [1] BENNETT C P A, SITEPU G et ROBOTH O (1985). — Aspects of the control of premature nutfall disease of coconut, *Cocos nucifera* L., caused by *Phytophthora palmivora* (Butler) Butler — Coconut Plant Protection Seminar, May 1985, N° 8.
- [2] BRAHMANA J. et DESMIER DE CHENON R (1986) — Problems of Pythiaceae diseases on coconut palms in North Sumatra, Indonesia — 2nd International Conference of Plant Protection in the Tropics, 26-003.
- [3] QUILLEC G, RENARD J L et GHESQUIÈRE H (1984) — Le *Phytophthora heveae* du cocotier son rôle dans la pourriture du cœur et dans la chute des noix *Oléagineux*, 39, N° 10, p. 477-485
- [4] RENARD J L, QUILLEC G., BOMPEIX G. et DE FRANQUEVILLE H (1986) — Nouvelles perspectives de lutte contre le *Phytophthora heveae* du cocotier, agent de la pourriture du cœur et de la chute des noix — 6<sup>e</sup> Congrès sur la Protection de la Santé Humaine et des Cultures en milieu tropical, Marseille, juillet 1986.
- [5] WOOD R, BENNETT I C et BLANKEN P A. (1987) — Stem injection of Fosetyl-Al. A revolutionary method for controlling root rot in Avocado and Citrus trees — Symposium International Alette. Lyon/Paris Rhône-Poulenc, 24/28 juin, p. 47-50

## SUMMARY

### Effectiveness of Fosetyl-Al in controlling *Phytophthora* of coconut. Application methods.

H. DE FRANQUEVILLE and J. L. RENARD, *Oléagineux*, 1989, 44, N° 7, p. 351-358.

*Phytophthora heveae* on coconut causes early nutfall resulting in harvest losses which can exceed 30 %, while Fosetyl-Al injections can reduce these losses to less than 5 %. On the other hand, Metalaxyl injections or foliar spraying with Fosetyl-Al are ineffective. This is revealed in a series of three trials set up on commercial coconut groves where harvests were monitored tree by tree for two years, during which Fosetyl-Al provided continuous effective protection. Two surveys carried out more than three years after these trials were set confirmed that Alette injections were still having a beneficial effect on production.

## RESUMEN

### Interés de Fosetil-Al en el control de *Phytophthora* del cocotero. Modalidades de aplicación.

H. DE FRANQUEVILLE y J. L. RENARD, *Oléagineux*, 1989, 44, N° 7, p. 351-358.

*Phytophthora heveae* hace caer nueces sin madurar de cocotero, produciendo hasta más de un 30 % de pérdidas de cosecha ; se consigue reducir esta cifra hasta muy por debajo de un 5 % mediante tratamientos por inyección de Fosetil-Al. En cambio, la inyección de Metalaxil o la pulverización de Fosetil-Al en las hojas no son eficientes. Estas observaciones resultan de una serie de tres experimentos implantados en un cocotal industrial, y cuya cosecha se siguió observando en un árbol tras otro durante dos años de cultivo, al término de los cuales Fosetil-Al seguía proporcionando una protección eficiente. Dos sondeos efectuados más de tres años después de haberse implantado los experimentos permitieron observar que los tratamientos con Alette por inyección en el estipe siempre tenían una incidencia benéfica en la producción.

# Effectiveness of Fosetyl-Al in coconut *Phytophthora* control

## Application methods (1)

H. DE FRANQUEVILLE (2) and J. L. RENARD (3)

### INTRODUCTION

*Phytophthora* rot on coconut leads to meristem decay or nutfall. Sometimes, both symptoms appear on the same tree. Several species of *Phytophthora* are implicated in this disease:

- *P. palmivora* in Indonesia, the Philippines and French Polynesia;
- *P. heveae* in Côte d'Ivoire, Vanuata and French Polynesia;
- *P. parasitica* has been reported in Costa Rica;
- *P. nicotianae* has been reported in Indonesia.

A resurgence of these *Phytophthora* diseases on coconut has been observed over the last ten years or so throughout the intertropical zone. In Indonesia, bud rot, like nutfall, causes considerable damage [Bennett *et al.*, 1985 [1]; Brahmana and Desmiers de Chenon, 1986 [2]]. According to Quillec *et al.*, 1984 [3], mortality in Côte d'Ivoire reaches 50 % of the local tall coconuts within a few years on certain smallholder plantations and 20 to 25 % early nutfall per year is recorded on Yellow Dwarf × West African Tall hybrids.

In the light of the rapid development of these rot diseases, a control system was set up in Côte d'Ivoire, based on the use of specific fungicides; these trials were monitored for 30 months.

### 1. — MATERIAL AND METHOD

The fungicides used and the treatment methods adopted are given in table I. The originality of these treatments lies in the stem injection and root absorption techniques used. A total of 5 trials was set up.

#### Trial A.

The purpose of this trial was to compare Aliette in wettable powder form and Ridomil sprayed onto leaves and injected into the stem. It comprises 5 treatments and 10 replications of 25 coconuts planted in 1973.

- Ai : Aliette injection at a rate of 6.4 g of Fosetyl-Al per tree in March 1984.
- R : Ridomil injection at a rate of 3.2 g of Metalaxyl per coconut in March 1984.
- Ap1 : Aliette sprayed into the crown at a rate of 7.5 g of Fosetyl-Al per tree in March 1984.
- Ap2 : Aliette sprayed into the crown at a rate of 6.6 g of Fosetyl-Al per tree in May 1983.
- C : Untreated control.

#### Trial B.

The purpose of this trial was to determine whether the treatment date had any effect on nutfall. The treatment consisted of 3.2 g of Fosetyl-Al (Aliette wettable powder) injected into the stem. The elementary plot contained 100 coconuts planted in 1971; each treatment was replicated three times. The trial contained 5 treatments.

- treatment in December 1983,
- treatment in February 1984,
- treatment in April 1984,
- treatment in June 1984;
- untreated control

(1) Subject presented in poster form at the second international conference on plant diseases, 8th to 10th November 1988, Bordeaux-Lac, France

(2) Phytopathology Service, IRHO/CIRAD, c/o R. Michaux Experimental Plantation, B.P. 8, Dabou, Côte d'Ivoire.

(3) IRHO/CIRAD, Phytopathology Division, B.P. 5035, 34032 Montpellier Cedex, France.

#### Trial C.

This trial, which was set up in March 1984, is divided up into two parts:

- a study of the most effective Aliette wettable powder rate: 3.2 g, 4.8 g, 6.4 g and 8 g of Fosetyl-Al per coconut; there was also an untreated control in this trial;
- a study of the product application method: injection into a single hole in the stem or in two holes diametrically opposite each other.

The treatment was repeated in September 1984 on half the coconuts (double dose). This trial contains 20 treatments laid out in a 5 × 2 × 2 factorial design in 20 complete replications. The elementary plot is made up of 5 trees.

#### Trial D.

The purpose of this trial was to compare two Fosetyl-Al formulations: wettable powder at 80 % a.i. and Aliette CA liquid at 10 % a.i. Both formulations are injected into the stem at rates of 1.6 g, 3.2 g and 4.8 g of active ingredient per tree.

The trial contains 7 treatments (6 with fungicides and 1 control); each treatment is carried out on 80 coconut palms. Three treatments were carried out: in August 1985, August 1986 and April 1987.

#### Trial E.

Trial E, which complements trial D, was set up in July 1987 and involves Aliette treatment via root absorption and a Previcur N treatment:

- Aliette wettable powder, injected into stem ..... 4.8 g a.i./tree
- Aliette CA liquid at 10 %, by root absorption ..... 4.8 g a.i./tree
- Previcur N at 70 %, by root absorption ..... 16.0 g a.i./tree
- Untreated control

In all these trials, harvesting was carried out every 2 months. Disease incidence is expressed as the number of nuts infected by *Phytophthora* (PN) out of the total number of nuts harvested: healthy nuts (HN) + PN:

$$\frac{HN}{HN + PN} \times 100.$$

Statistical analysis is based on the percentage of *Phytophthora* infected nuts.

## II. — RESULTS

### — Trends.

Figure 1a indicates *Phytophthora* incidence from April 1984 to April 1986 in trials A, B and C without treatment. During the December 1984 to March 1985 dry season (Fig. 1b), nutfall was most considerable, but it was low during the December 1985 to February 1986. Trends were similar in all three trials.

### — Effect of treatment.

In trial A, Aliette stem injection was always significantly better than the other treatments (Fig. 2). Leaf treatment had little effect for around 6 months, and Ridomil was totally ineffectual against

nutfall. Over 2 years of observations, Aliette injection reduced nutfall; the difference between the control and this treatment amounts to a 10.2 % harvest gain (Fig. 3).

In trial B, all the Aliette treatments applied by injection were significantly better than the untreated control (Fig. 4). The June 1984 injection was still providing effective protection against nutfall in April 1986. Over two harvesting years (Fig. 5), the April treatment was the most effective, leading to a 12.1 % drop in losses compared to the control treatment.

In trial C, all the Aliette injection treatments were significantly better than the control. The treatments repeated in September remained those for which nutfall was the lowest (Fig. 6). The rates of 4.8 g, 6.4 g or 8 g of Fosetyl-Al applied in the planting holes in March and September enabled losses to be kept down to around 2 %, which represents 18 % fewer losses than control treatment.

In trial D, it was necessary to wait until November 1986 to obtain any significant result from the treatments (Table II). The third treatment, carried out in April 1987, reduced nutfall in September and November 1987. For an equal quantity of active ingredient, the wettable powder was the most effective (Table II) at rates of 3.2 g and 4.8 g of active ingredient per tree.

In trial E, there was no significant difference between treatments (Table III). The initial results were insufficient to reach any conclusion as to the effectiveness of root absorption.

### III. — DISCUSSION

#### Effectiveness of active ingredient.

Fosetyl-Al in wettable powder form injected into the stem is effective against nutfall, when used under the same conditions, Metalaxyl is ineffectual. Fosetyl-Al in liquid form and Propamocarb HCl used in root absorption have little or no effect.

#### Duration of treatment effectiveness.

Trial B shows that Aliette wettable powder works about 2 months after injection into the stem. This is especially evident in the June 1984 treatment, which led to a rapid and spectacular reduction in the nutfall percentage.

Initial analysis of these trials [Renard *et al.*, 1986] [4], revealed residual action lasting at least 19 months. The harvests in August and October 1987, i.e. 43 months after treatment on average, show that the percentage of nutfall due to *Phytophthora* was always lower on the trees treated with Aliette wettable powder than that observed in the other treatments (Table IV).

This survey, although it was only carried out at one specific moment, demonstrates the astonishing length of time that Aliette provides protection against nut rot. This effectiveness depends on the initial quantity of fungicide used and how it was injected into the stem; distribution of heavy doses in two holes provides for a better residual effect.

#### Treatment period.

In the different trials, it was noted that the treatments given in July and August (trials E and D respectively) were less effective than those given between December and June in trials A, B or C; in trial D, the April and May treatments were more effective than the August treatment. It should be noted that the February treatment was the least effective in trial B.

#### Treatment method.

Foliar spraying is not very effective at all and residual action is low, no doubt due to Aliette leaching and considerable product losses at the time of spraying. On the other hand, Aliette injection

into the stem concentrates all the active ingredient; no losses are possible and it is as though the Fosetyl-Al were slowly and regularly absorbed by the coconut, thereby ensuring long-lasting protection (trials A, B and C). The less effective action of the liquid formulation (Aliette CA) in trial D remains unexplained, as does the lack of response to stem injection or root absorption treatments in trial E.

#### Variability in coconut response to Aliette.

Individual tree harvesting makes it possible to analyse coconut distribution according to the number of nuts infected by *Phytophthora*. Figure 7, which shows this distribution in trial A, reveals that there are trees with either low or nil nutfall in all the treatments, whether treated or not. Over the observation period in question (3 years) and in the context of the trial, it is unlikely that these trees escaped contamination; the tolerance or even resistance hypothesis is therefore plausible.

An analysis of figure 7 brings out two phenomena.

— in the coconut population studied, there is performance variability with respect to *Phytophthora*; this variability is of interest for the selection of tolerant planting material;

— the production gain brought about by the Aliette injection treatment corresponds to an increase in the number of trees with nutfall under 10 % and a reduction in the number of trees with nutfall between 10 and 30 %. It is as though Aliette was protecting some of the trees in the 10-30 % nutfall zone and ensured their transfer to the 0-10 % nutfall zone.

#### Effect of Fosetyl-Al on production.

Table V summarizes mean yields per tree from February 1985 to June 1986, according to the treatments given, without taking the phytosanitary condition of nuts into account (HN + PN).

The Aliette injection treatment significantly stands out from the other treatments in trial A (146 nuts as opposed to 120 nuts, on average, for the other treatments), for a Fosetyl-Al rate of 6.4 g. In trial B, the effect is less marked, but the trees only received 3.2 g of Fosetyl-Al. In trial C, all the trees treated had higher mean yields than the control, increasing from 4 to 8 g and abnormally low for 10 g. Depending on the case, the yield increase was around 10 and 20 % compared to the control. Such an improvement in yields has also been reported on citrus crops [Woods *et al.*, 1987] [5].

### CONCLUSION

These trials, taken as a whole, demonstrate the effectiveness of Fosetyl-Al in controlling nutfall caused by *Phytophthora heveae*. At the current stage of research, results show that the wettable powder form (80 % a.i.) is more effective than the liquid form (Aliette CA, 10 % a.i.); the lowest a.i. rate tested (3.2 g) is effective, but to make sure, it is recommended that 6.4 g of Fosetyl-Al be used per tree. In Côte d'Ivoire, the best time for treatment is between April and June, just before the rainy season. « Booster » treatment in September leads to significant improvement, as does distribution of the product in two holes diametrically opposite each other. This treatment method provides excellent protection against *Phytophthora* for 3 1/2 years. It causes no damage to the coconut palm and, under the conditions of this trial, no deaths due to stem perforation were observed. A thousand hectares have been successfully treated in this way in Côte d'Ivoire, but many growers still have difficulty in accepting such a technique. It is true that root absorption would drum up more supporters than stem perforation techniques which leave a wound, but the results obtained so far do not make it possible to recommend this technique; further experiment work is required.